

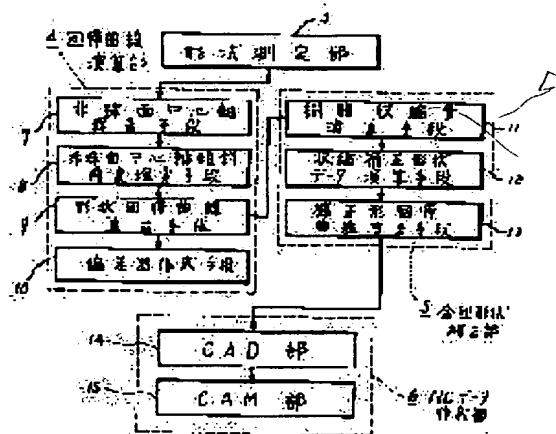
(11)Publication number : 05-096572  
(43)Date of publication of application : 20.04.1993

(21)Application number : 03-260253  
(22)Date of filing : 08.10.1991

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
(72)Inventor : SONE JUNJI  
UEDA KATSUNOBU  
KAIRIKU YOSHINORI

**(57)Abstract:**

**CONSTITUTION:** A regression-curve arithmetic section 4 computing the regression curve of an aspheric lens and a mold on the basis of measured data displaying the shapes of the aspheric lens and the mold acquired by a shape measuring section 3 capable of measuring the shape of the aspheric surface of a form tally serf (phonetic), a three-dimensional measuring machine, etc., is provided. The quantity of a resin shrunk at the time of the injection molding of the aspheric lens and the resin shrinkage-quantity correction shape of the mold are arithmetically operated by a mold-shape correction section 5 on the basis of the regression result of the aspheric lens and the mold obtained by the regression-curve arithmetic section 4, and NC data are prepared by an NC data preparation section 6 on the basis of an arithmetic result in the mold-shape correction section 5.



[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the metal mold geometric design equipment which carries out a design change to the configuration which can amend contraction of the melting resin which was filled up with the configuration of the shaping side of the above-mentioned metal mold by this metal mold in designing the metal mold for plastics injection molding The configuration regression operation part which computes the configuration regression showing the configuration of the shaping side of the metal mold which fabricated the fabricated field and this fabricated field of the above-mentioned mold goods based on the configuration measurement data of the shaping side of the metal mold which fabricated the fabricated field of the mold goods fabricated by the metal mold before the above-mentioned design change, and these mold goods, Based on the configuration regression of the above-mentioned mold goods called for in this configuration regression operation part, and the above-mentioned metal mold, the amount of resin contraction of the above-mentioned mold goods is calculated. By this The metal mold configuration amendment section which computes the configuration regression of the metal mold with which a part for the above-mentioned resin contraction was amended based on the obtained resin contraction data and the metal mold design data before the above-mentioned design change, Metal mold geometric design equipment characterized by providing NC data origination section which creates NC data for processing the metal mold which has the shaping side configuration which can amend resin contraction based on the configuration regression obtained in this metal mold configuration amendment section.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[Objects of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the metal mold geometric design equipment which carries out design automation of the metal mold which carries out injection molding of the precision components, such as a plastic lens.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, in injection molding of precision components, such as a plastic lens, optimization of a process condition and metal mold structure is indispensable. In this case, optimization of metal mold structure is performed by the technique of feeding back an evaluation result to metal mold manufacture about arrangement examination of the cooling pipe aiming at an improvement of the gate for distorted deformation prevention of mold goods, and a runner configuration, and homogeneity cooling of mold goods etc.

[0003] However, by the cooling process, even if a die temperature is equalized, since the temperature hysteresis inside mold goods differs, contraction distortion is produced and transformed. When mold goods are optics, such as a plastic lens, this contraction distortion will spoil an optical property remarkably, and serves as the main factor of a yield fall. Then, although the approach of controlling a die temperature dynamically is conventionally examined as the technique of reducing contraction distortion, it has the fault which causes the rise of the production cost by the effectiveness not being enough and the metal mold itself being complicated (the CE= of an "IEEE" meeting magazine 33 volumes, No. 3, 256th page - the 265th page, and Showa 62 issue reference.).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, since the method of reducing the conventional contraction distortion controls a die temperature dynamically in injection molding, it enlarges and it fully [ repeatability ] has that the metal mold itself is complicated and the fault which causes the rise of a production cost.

[0005] This invention was made in consideration of the above-mentioned situation, and it aims at that the metal mold itself is complicated and offering the metal mold geometric design equipment which can design metal mold so that plastic mold goods can be fabricated with high degree of accuracy, without enlarging.

[Elements of the Invention]

[0006]

[Means for Solving the Problem] This invention asks for the configuration regression curve of the shaping side of a plastic part and its shaping metal mold, calculates the amount of resin contraction which generates in connection with injection molding of a plastic part from these based on observation data, calculates the configuration regression curve which shows the contraction amendment configuration of the shaping side of the metal mold which can amend and absorb the configuration error by resin contraction of a plastic part based on this amount of resin contraction, and creates NC data from this configuration regression curve further.

[0007]

[Function] The metal mold geometric design equipment of this invention which has such a configuration can reduce remarkably the configuration error which originates in the resin contraction of a plastic part by which injection molding was carried out with metal mold, and can attain a desired injection-molding precision.

[0008]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained in full detail with reference to a drawing.

[0009] Drawing 1 shows the metal mold geometric design equipment of this example. This metal mold geometric design equipment is what is used for the design automation of the configuration of the metal mold 2 of an aspheric lens 1 which is shown in drawing 2, and by which plastics injection molding was carried out. That configuration For example, the regression curve operation part 4 which computes the regression curve of an aspheric lens 1 and metal mold 2 based on the measurement data in which the configurations of the aspheric lens 1 called for by the configuration test section 3 in which configuration measurement of the aspheric surfaces, such as Form Talysurf and a three dimensional measurer, is possible, and metal mold 2 are shown, The metal mold configuration amendment section 5 which is based on the recursion result of the aspheric lens 1 and metal mold 2 which were called for by this regression curve operation part 4, calculates the amount of resin contraction at the time of injection molding of an aspheric lens 1, and calculates the amount amendment configuration of resin contraction of metal mold 2, It consists of the NC data origination section 6 which creates NC data based on the result of an operation in this metal mold configuration amendment section 5. An aspheric surface medial-axis retrieval means 7 to carry out a deer, and for the regression curve operation part 4 to make a computer a subject, and to search for an aspheric surface medial axis using the attenuation least square method from the above-mentioned measurement data, The aspheric surface medial axis called for with this aspheric surface medial-axis retrieval means 7 (it is generated at the time of setting of the device under test at the time of configuration measurement.) Whenever [ aspheric surface medial-axis tilt-angle / which searches for theta using the attenuation least square method whenever / tilt-angle ] The retrieval means 8, The radius of curvature R which is the parameter of regression curves other than theta whenever [ tilt-angle / of an aspheric surface medial axis and an aspheric surface medial axis ] A configuration regression curve calculation means 9 to calculate the cone constant K and an aspheric surface constant (A1, A2, A3, --) using the attenuation least square method, and to compute the configuration regression curves Z1 and Z2 of an aspheric lens 1 and metal mold 2, It consists of a deflection Fig. creation means 10 to graph-ize the above-mentioned configuration regression curves Z1 and Z2. On the other hand, the metal mold configuration amendment section 5 is what makes a computer a subject. An amount operation means 11 of resin contraction to subtract the configuration regression curves Z1 and Z2 of an aspheric lens 1 and metal mold 2 computed with the configuration regression curve calculation means 9, and to search for the difference as an amount SR of resin contraction, A contraction amendment configuration data operation means 12 to ask for contraction amendment configuration data by adding the amount SR of resin contraction calculated with this amount operation means 11 of resin contraction to the design configuration of an aspheric lens 1, It consists of an amendment configuration regression curve calculation means 13 to compute each constant (radius of curvature, a cone constant, aspheric surface constant) of the regression curve type of an amendment configuration based on the contraction amendment configuration data called for with this contraction amendment configuration data operation means 12, and to ask for the configuration regression curve Z3 of a contraction amendment configuration. On the other hand, NC data origination section 6 consists of the CAD section 14 which creates a metal mold design drawing based on the configuration regression curve Z3 called for with the amendment configuration regression curve calculation means 13, and the CAM section 15 which creates an NC tape based on the metal mold design drawing data created in this CAD section 14. A deer is carried out, and the CAD section 14 is formed so that the processing Fig. which fitted this metal mold engineering drawing to machining with creation of metal mold engineering drawing may be created. Moreover, in the CAM section 15, after determining the processing conditions when using these for the machine tool and tool list for processing, NC data are created, the precision check of NC data on the basis of the above-mentioned metal mold amendment configuration is performed further, and, finally an NC tape is created. Below, actuation of the metal mold geometric design equipment of the above-mentioned configuration is described.

[0010] First, drawing 2 shows metal mold 2 and the aspheric lens 1 by which injection molding was carried out with this metal mold 2. This aspheric lens 1 consists of thermoplastics, such as polyphenylene sulfide (PPS), an acrylic (PMMA), and polystyrene (PS). And this aspheric lens 1 is contracted in cooling / solidification process. Consequently, lens side 1a of this aspheric lens 1 has the configuration error to the original design configuration (refer to drawing 2 arrow head). Then, in this example, the configurations of shaping side 2a of metal mold 2 and lens side 1a of an aspheric lens 1 are first measured by the configuration test sections 3, such as Form

Talysurf, ( drawing 3 , block 20). Drawing 4 shows the configuration measurement result of lens side 1a at this time, a straight line L1 shows a design configuration, and the curve C1 shows the lens measurement configuration. As this drawing 3 shows, lens side 1a has a configuration error to a design configuration, and that deflection (peak two peak value) has become 4.32 micrometers. This configuration error originates mainly in the resin contraction at the time of injection molding. Based on the measurement data in which the configurations of the aspheric lens 1 called for by the configuration test section 3 and metal mold 2 are shown below, it searches for an aspheric surface medial axis using the attenuation least square method using the aspheric surface medial-axis retrieval means 7. A deer is carried out and it searches [ whenever / aspheric surface medial-axis tilt-angle ] for theta using the attenuation least square method whenever [ tilt-angle / of the aspheric surface medial axis called for with the aspheric surface medial-axis retrieval means 7 in the retrieval means 8 ]. Next, with the configuration regression curve calculation means 9, the radius of curvature R which is the parameter of regression curves other than theta whenever [ tilt-angle / of said aspheric surface medial axis and said aspheric surface medial axis ], the cone constant K, and an aspheric surface constant (A1, A2, A3, --) are calculated using the attenuation least square method. Furthermore, based on the parameter of the called-for regression curve, the configuration regression curves Z1 and Z2 of a lens 1 and metal mold 2 are computed ( drawing 3 , block 21). Here, the bottom type (1) shows the configuration regression curve type used at this time. namely, --  $(X^2 / \{R^2 - (K+1) X^2\}^{1/2} = [2] + \sum A_n X^n \dots 1$  [0011]) However, this formula (1) Setting, for Z shaft-orientations value and X, a shaft-orientations value and R are [ Z / a cone constant and An of radius of curvature and K ] the n-th aspheric surface constants. Here, drawing 5 shows the recursion result of lens side 1a of the aspheric lens 1 graph-ized in the deflection Fig. creation means 10. In this drawing 4 , a straight line L2 shows the configuration regression curve of lens side 1a, and the curve C2 shows the configuration error of the lens measurement configuration over configuration recursion. And the deflection (peak two peak value) of this configuration error is 0.16 micrometers. On the other hand, drawing 6 shows the recursion result of shaping side 2a of metal mold 2. In this drawing 6 , a straight line L3 shows configuration recursion of shaping side 2a, and the curve C3 shows the configuration error of the shaping side measurement configuration over configuration recursion. And the deflection (peak two peak value) of this configuration error is 0.16 micrometers. In this way, the configuration regression curves Z1 and Z2 which suited measurement data most are formulas (1). It is expressed with the aspheric surface type. It continues, and with the amount operation means 11 of resin contraction, the configuration regression curves Z1 and Z2 of an aspheric lens 1 and metal mold 2 are subtracted, and the difference is searched for as an amount SR of resin contraction (drawing 3, block 22). Furthermore, it asks for contraction amendment configuration data by adding the amount SR of resin contraction (referring to drawing 2 ) calculated with this amount operation means 11 of resin contraction in the contraction amendment configuration data operation means 12 to the design configuration data of the aspheric lens 1 currently called for beforehand ( drawing 3 , block 23). Next, with the amendment configuration regression curve calculation means 13 It is based on the contraction amendment configuration data called for with the contraction amendment configuration data operation means 12. Each constant (radius of curvature, a cone constant, aspheric surface constant) of the regression curve type of a metal mold amendment configuration is computed. It asks for the configuration regression curve Z3 which shows the configuration of shaping side 2a of the metal mold 2 which can amend and absorb the configuration error of lens side 1a which originates in the contraction accompanying injection molding of an aspheric lens 1 ( drawing 3 , block 24). Furthermore, based on the metal mold design drawing data both created in this CAD section 14 as if a metal mold design drawing is created in the CAD section 14 in NC data origination section 6 based on the configuration regression curve Z3 called for with the amendment configuration regression curve calculation means 13, an NC tape is created in the CAM section 15, and metal mold is created by NC machining ( drawing 3 , block 25).

[0012] As mentioned above, the metal mold geometric design equipment of this example It asks for the configuration regression curves Z1 and Z2 of lens side 1a of an aspheric lens 1, and shaping side 2a of metal mold 2 based on observation data. It asks for the configuration regression curve Z3 which shows the configuration of shaping side 2a of the metal mold 2 which can amend and absorb the configuration error of lens side 1a which originates in the resin contraction accompanying injection molding of an aspheric lens 1 based on the amount of resin contraction of lens side 1a called for from these. It is what created NC data from this configuration regression curve Z3, and the configuration error of the aspheric lens 1 by which injection molding was carried out with metal mold 2 which originates mainly in resin contraction can be reduced

remarkably. Incidentally, drawing 7 shows the configuration error (curve C4) of the measurement configuration over the contraction amendment configuration (straight line L4) of shaping side 2a <refer to the drawing 2 fictitious outline> of the metal mold 2 which amended a part for resin contraction with the metal mold geometric design equipment of this example. The configuration deflection at this time (peak two peak value) was 0.18 micrometers. On the other hand, drawing 8 shows the configuration error (curve C5) of the measurement configuration over the design configuration (straight line L5) of the lens fabricated using the metal mold 2 which amended a part for resin contraction. The configuration deflection at this time (peak two peak value) was 0.28 micrometers. Therefore, the configuration error of an aspheric lens 1 and metal mold 2 was 0.1 micrometers, and a part for the resin contraction at the time of injection molding of an aspheric lens 1 was absorbed by configuration amendment of metal mold 2, and was able to attain a desired injection-molding precision.

[0013] In addition, although the metal mold geometric design equipment of the above-mentioned example is used for amendment of the metal mold configuration aiming at absorbing a part for the resin contraction at the time of injection molding, it may be connected and used for the shaping exchange expert system which performs design automation of the injection-molding conditions of an aspheric lens for the metal mold geometric design equipment of this example. Moreover, although the metal mold geometric design equipment of the above-mentioned example has illustrated injection molding of an aspheric lens, as long as it is metal mold shaping of plastics, it is not restrained by mold goods and the shaping approach.

[0014]

[Effect of the Invention] The metal mold geometric design equipment of this invention asks for the configuration regression curve of the shaping side of a plastic part and its shaping metal mold based on observation data. The amount of resin contraction generated in connection with injection molding of a plastic part from these is calculated. The configuration regression curve which shows the configuration of the shaping side of the metal mold which can amend and absorb the configuration error by resin contraction of a plastic part based on this amount of resin contraction is calculated. Furthermore, it is what created NC data from this configuration regression curve, and the configuration error which originates in the resin contraction of a plastic part by which injection molding was carried out with metal mold can be reduced remarkably, and a desired injection-molding precision can be attained.

---

[Translation done.]

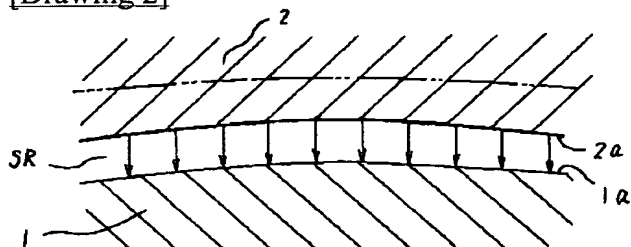
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

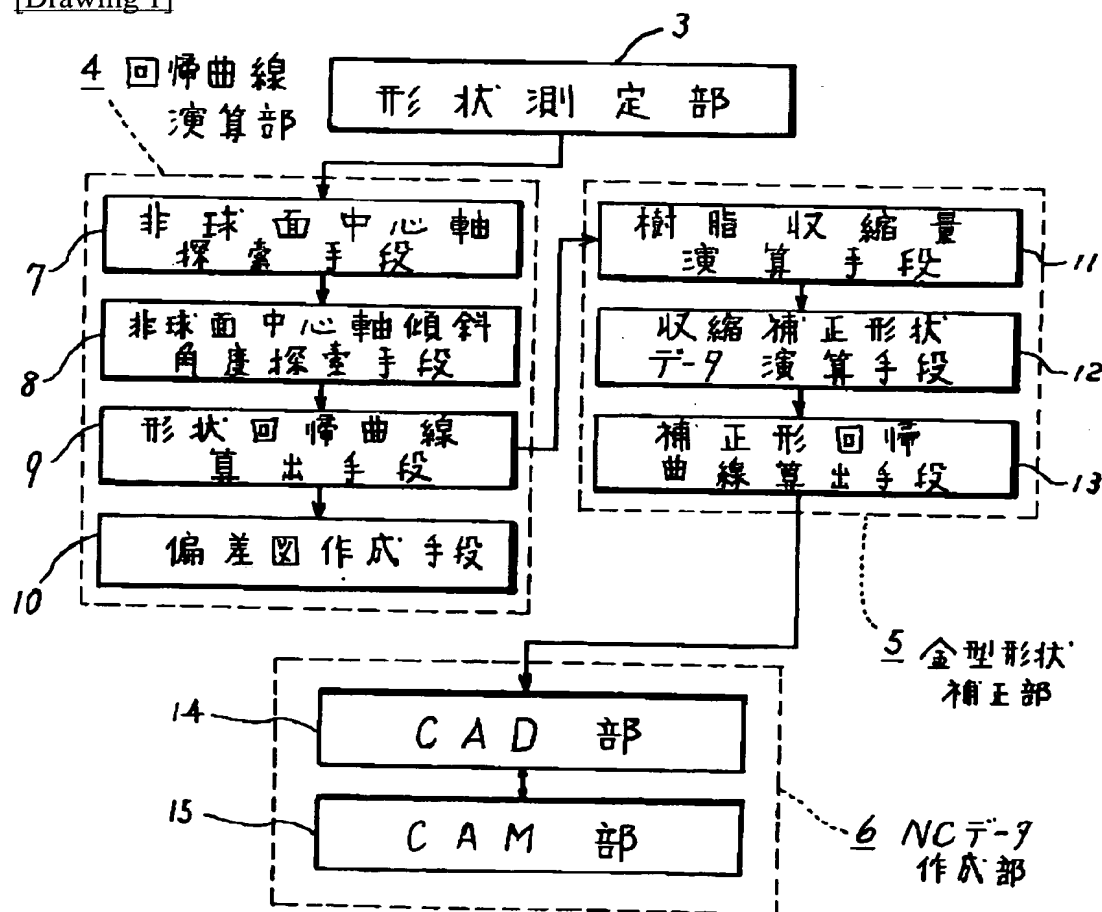
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

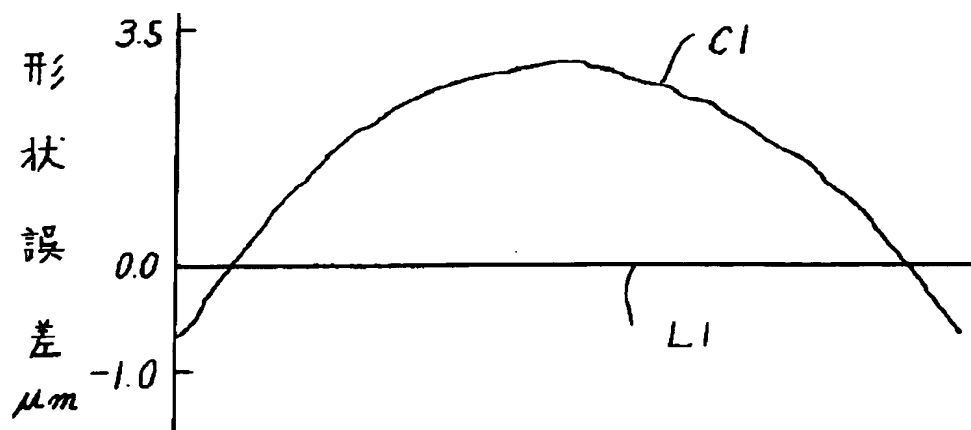
[Drawing 2]



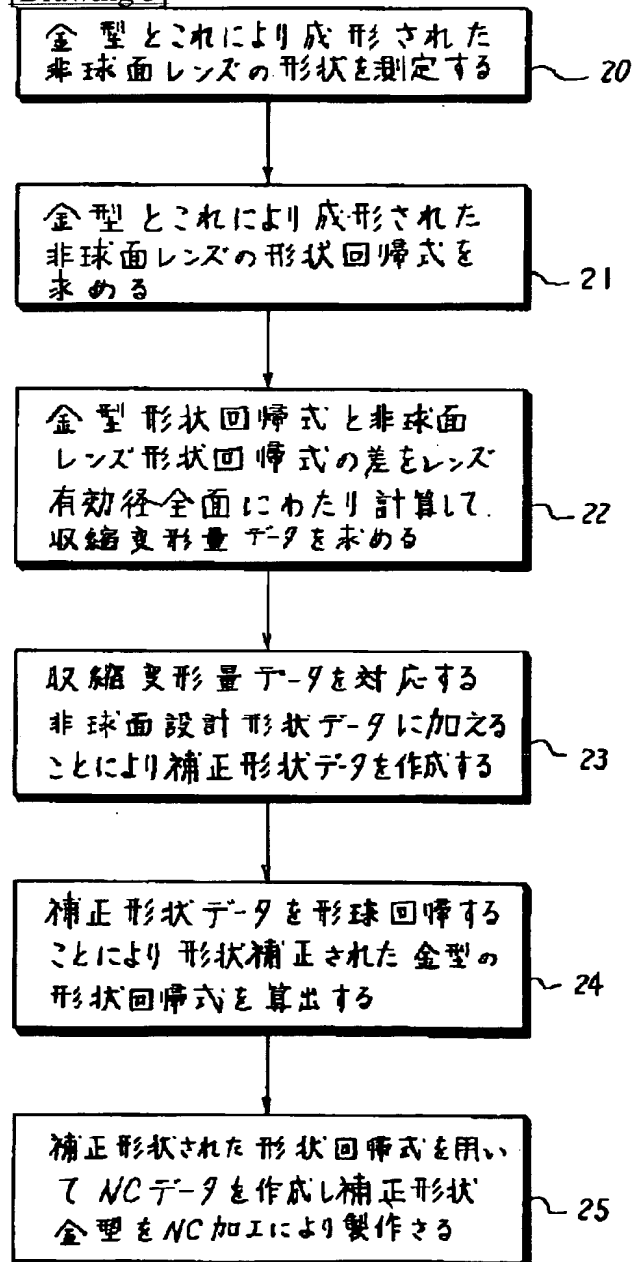
[Drawing 1]



[Drawing 4]

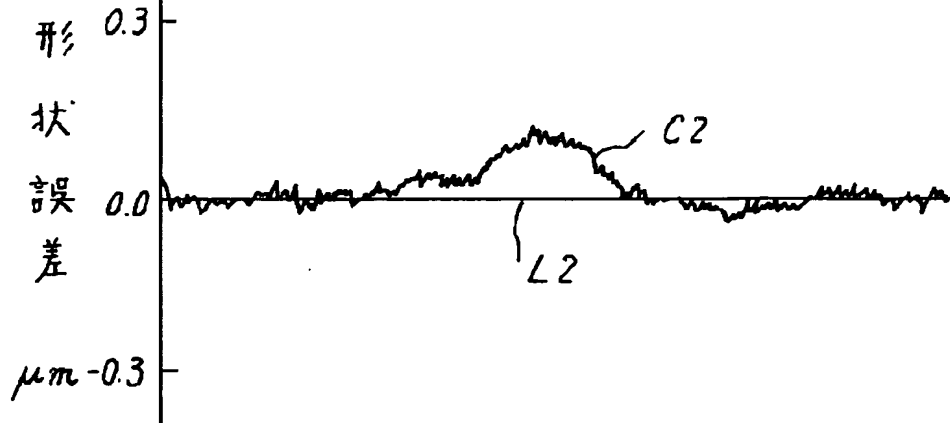


[Drawing 3]

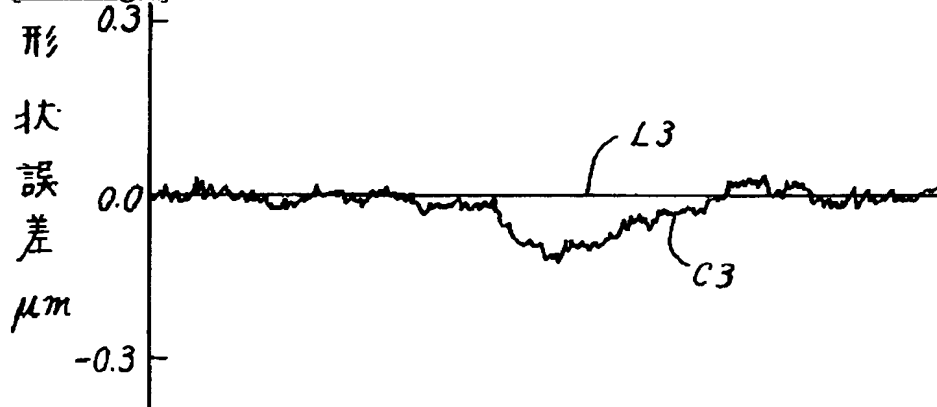




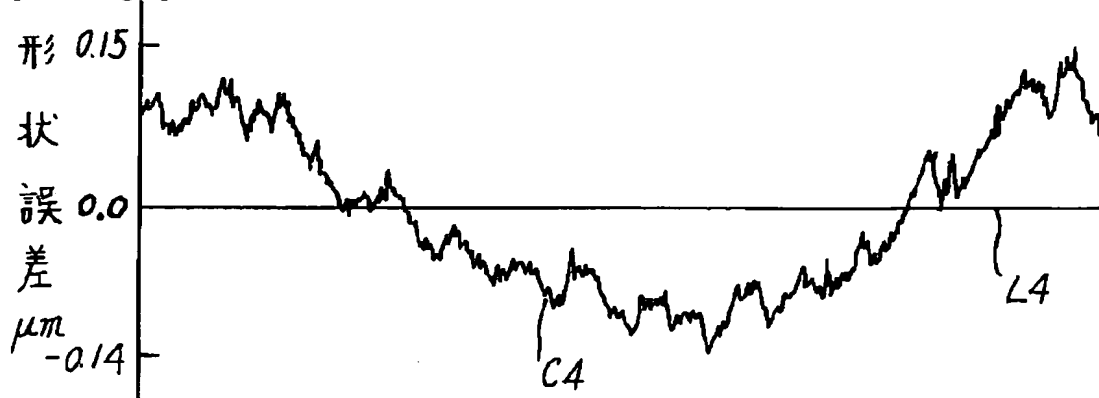
[Drawing 5]



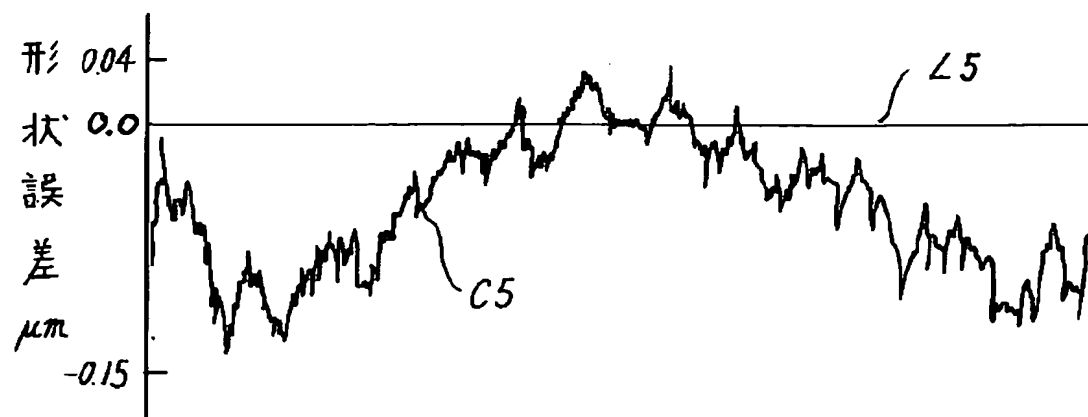
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-96572

(43)公開日 平成5年(1993)4月20日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 45/26		6949-4F		
B 2 1 D 37/20		8315-4E		
B 2 9 C 33/38		8927-4F		
// B 2 2 D 17/22	R	8926-4E		
B 2 9 L 11:00		4F		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-260253

(22)出願日 平成3年(1991)10月8日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 曾根 順治

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 上田 勝直

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 海陸 嘉徳

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

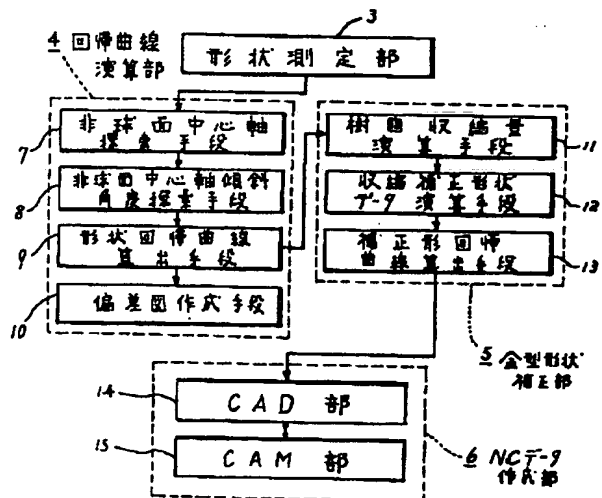
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 金型形状設計装置

(57)【要約】

【構成】本発明は、実測データに基づいて、プラスチック成形品とその成形金型の成形面の形状回帰曲線を求め、これらからプラスチック成形品の射出成形に伴って発生する樹脂収縮量を求め、この樹脂収縮量に基づいてプラスチック成形品の樹脂収縮による形状誤差を補正・吸収することのできる金型の成形面の収縮補正形状を示す形状回帰曲線を演算し、さらに、この形状回帰曲線からNCデータを作成するようにしたものである。

【効果】本発明は、このような構成を有する本発明の金型形状設計装置は、金型により射出成形されたプラスチック成形品の樹脂収縮に起因する形状誤差を著しく低減することができ、所望の射出成形精度を達成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プラスチック射出成形用の金型を設計するにあたり上記金型の成形面の形状をこの金型に充填された熔融樹脂の収縮を補正できる形状に設計変更する金型形状設計装置において、上記設計変更前の金型により成形された成形品の被成形面及びこの成形品を成形した金型の成形面の形状測定データに基づいて上記成形品の被成形面及びこの被成形面を成形した金型の成形面の形状を示す形状回帰式を算出する形状回帰式演算部と、この形状回帰式演算部にて求められた上記成形品と上記金型の形状回帰式に基づいて上記成形品の樹脂収縮量を演算しこれにより得られた樹脂収縮データ及び上記設計変更前の金型設計データに基づいて上記樹脂収縮分が補正された金型の形状回帰式を算出する金型形状補正部と、この金型形状補正部において得られた形状回帰式に基づいて樹脂収縮を補正できる成形面形状を有する金型を加工するためのNCデータを作成するNCデータ作成部とを具備することを特徴とする金型形状設計装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の目的】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラスチックレンズなどの精密部品を射出成形する金型を自動設計する金型形状設計装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、プラスチックレンズなどの精密部品の射出成形においては、成形条件と金型構造の最適化が不可欠である。この場合、金型構造の最適化は、成形品の歪変形防止のためのゲート及びランナ形状の改善と、成形品の均一冷却を目的とした冷却管の配置検討などについて、評価結果を金型製作にフィードバックする手法により行われている。

【0003】しかしながら、金型温度が均一化されても、冷却過程では成形品内部の温度履歴が異なるため、収縮歪を生じ変形する。この収縮歪は、成形品がプラスチックレンズなどの光学部品である場合、光学的特性を著しく損ねることになり、歩留低下の主因となっている。そこで、従来、収縮歪を低減する手法として、金型温度を動的に制御する方法が検討されているが、その効果は十分でなく、かつ、金型自体が複雑化することによる生産コストの上昇を招く欠点を持っている（「IEEE」会誌の第CE-33巻、第3号、第256頁～第265頁、昭和62年発行を参照。）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の収縮歪を低減させる方法は、射出成形中に金型温度を動的に制御するものであるもので、再現性が十分でなく、かつ、金型自体が複雑・大型化し、生産コストの上昇を招く欠点を持っている。

【0005】本発明は、上記事情を参酌してなされたも

ので、金型自体が複雑・大型化することなく、プライチック成形品を高精度で成形することのできるように金型を設計することのできる金型形状設計装置を提供することを目的とする。

## 【発明の構成】

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、実測データに基づいて、プラスチック成形品とその成形金型の成形面の形状回帰曲線を求め、これらからプラスチック成形品の射出成形に伴って発生する樹脂収縮量を求め、この樹脂収縮量に基づいてプラスチック成形品の樹脂収縮による形状誤差を補正・吸収することのできる金型の成形面の収縮補正形状を示す形状回帰曲線を演算し、さらに、この形状回帰曲線からNCデータを作成するようにしたものである。

## 【0007】

【作用】このような構成を有する本発明の金型形状設計装置は、金型により射出成形されたプラスチック成形品の樹脂収縮に基因する形状誤差を著しく低減することができ、所望の射出成形精度を達成することができる。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳述する。

【0009】図1は、この実施例の金型形状設計装置を示している。この金型形状設計装置は、図2に示すプラスチック射出成形された非球面レンズ1の金型2の形状の自動設計に用いられるもので、その構成は、例えばフォームタリサーフ、三次元測定機などの非球面の形状測定が可能な形状測定部3にて求められた非球面レンズ1と金型2の形状を示す測定データに基づいて非球面レンズ1と金型2の回帰曲線を算出する回帰曲線演算部4と、この回帰曲線演算部4にて求められた非球面レンズ1と金型2の回帰結果に基づいて非球面レンズ1の射出成形時における樹脂収縮量を演算し金型2の樹脂収縮量補正形状を演算する金型形状補正部5と、この金型形状補正部5における演算結果に基づいてNCデータを作成するNCデータ作成部6とからなっている。しかし、回帰曲線演算部4は、コンピュータを主体とするものであって、上記測定データから減衰最小二乗法を用いて非球面中心軸を探索する非球面中心軸探索手段7と、この非球面中心軸探索手段7にて求められた非球面中心軸（形状測定時の被測定物のセッティング時に生じる。）の傾斜角度 $\theta$ を減衰最小二乗法を用いて探索する非球面中心軸傾斜角度探索手段8と、非球面中心軸及び非球面中心軸の傾斜角度 $\theta$ 以外の回帰曲線のパラメータである曲率半径R、円錐定数K、非球面定数（ $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、…）を減衰最小二乗法を用いて演算し非球面レンズ1と金型2の形状回帰曲線Z1、Z2を算出する形状回帰曲線算出手段9と、上記形状回帰曲線Z1、Z2をグラフ化する偏差図作成手段10とからなっている。一

方、金型形状補正部5は、コンピュータを主体とするものであって、形状回帰曲線算出手段9にて算出された非球面レンズ1と金型2の形状回帰曲線Z1、Z2を減算しその差を樹脂収縮量SRとして求める樹脂収縮量演算手段11と、この樹脂収縮量演算手段11にて演算された樹脂収縮量SRを非球面レンズ1の設計形状に加算することにより収縮補正形状データを求める収縮補正形状データ演算手段12と、この収縮補正形状データ演算手段12にて求められた収縮補正形状データに基づいて補正形状の回帰曲線式の各定数（曲率半径、円錐定数、非球面定数）を算出し収縮補正形状の形状回帰曲線Z3を求める補正形状回帰曲線算出手段13とからなっている。他方、NCデータ作成部6は、補正形状回帰曲線算出手段13にて求められた形状回帰曲線Z3に基づいて金型設計図面を作成するCAD部14と、このCAD部14にて作成された金型設計図面データに基づいてNCテープを作成するCAM部15とからなっている。しかして、CAD部14は、金型設計図の作成とともに、この金型設計図を機械加工に適合させた加工図が作成されるように設けられている。また、CAM部15にては、加工のための工作機械・工具並びにこれらを用いたときの加工条件を決定したのち、NCデータが作成され、さらに上記金型補正形状を基準としたNCデータの精度チェックを行い、最後にNCテープが作成される。つぎに、上記構成の金型形状設計装置の作動について述べる。

【0010】まず、図2は、金型2と、この金型2により射出成形された非球面レンズ1とを示している。この非球面レンズ1は、例えばポリフェニレンサルファイド（PPS）、アクリル（PMMA）、ポリスチレン（P

$$Z = [X^2 / \{R^2 - (K+1)X^2\}^{1/2}] + \sum A_n X^n \dots (1)$$

【0011】ただし、この式(1)において、ZはZ軸方向値、Xは軸方向値、Rは曲率半径、Kは円錐定数、Anはn次の非球面定数である。ここで、図5は、偏差図作成手段10においてグラフ化された非球面レンズ1のレンズ面1aの回帰結果を示している。この図4において、直線L2はレンズ面1aの形状回帰曲線を示し、また、曲線C2は、形状回帰に対するレンズ測定形状の形状誤差を示している。そして、この形状誤差の偏差（ピーク・ツー・ピーク値）は、0.16μmとなっている。一方、図6は、金型2の成形面2aの回帰結果を示している。この図6において、直線L3は成形面2aの形状回帰を示し、また、曲線C3は、形状回帰に対する成形面測定形状の形状誤差を示している。そして、この形状誤差の偏差（ピーク・ツー・ピーク値）は、0.16μmとなっている。かくして、測定データに最も適合した形状回帰曲線Z1、Z2が、式(1)の非球面式で表されていく。つづいて、樹脂収縮量演算手段11にては、非球面レンズ1と金型2の形状回帰曲線Z1、Z2を減算し、その差を、樹脂収縮量SRとして求める（図

S）等の熱可塑性樹脂からなっている。そして、この非球面レンズ1は、冷却・固化過程において、収縮している。その結果、この非球面レンズ1のレンズ面1aは、当初の設計形状に対して、形状誤差を有している（図2矢印参照）。そこで、この実施例においては、まず、フォームタリサーフなどの形状測定部3により、金型2の成形面2aと、非球面レンズ1のレンズ面1aの形状を測定する（図3、ブロック20）。図4は、このときのレンズ面1aの形状測定結果を示すもので、直線L1は、設計形状、また、曲線C1は、レンズ測定形状を示している。この図3が示すように、レンズ面1aは設計形状に対し、形状誤差を有し、その偏差（ピーク・ツー・ピーク値）は、4.32μmとなっている。この形状誤差は、主として射出成形時の樹脂収縮に起因している。つぎに、形状測定部3にて求められた非球面レンズ1と金型2の形状を示す測定データに基づいて、非球面中心軸を、非球面中心軸探索手段7を用いて減衰最小二乗法を用いて探索する。しかして、非球面中心軸傾斜角度探索手段8にては、非球面中心軸探索手段7にて求められた非球面中心軸の傾斜角度θを、減衰最小二乗法を用いて探索する。つぎに、形状回帰曲線算出手段9にては、前記非球面中心軸及び前記非球面中心軸の傾斜角度θ以外の回帰曲線のパラメータである曲率半径R、円錐定数K、非球面定数（A1、A2、A3、…）を減衰最小二乗法を用いて演算する。さらに、求められた回帰曲線のパラメータに基づいて、レンズ1と金型2の形状回帰曲線Z1、Z2を算出する（図3、ブロック21）。ここで、下式(1)は、このとき用いられる形状回帰曲線式を示している。すなわち、

3、ブロック22）。さらに、収縮補正形状データ演算手段12にては、この樹脂収縮量演算手段11にて演算された樹脂収縮量SR（図2参照）を、あらかじめ求められている非球面レンズ1の設計形状データに加算することにより、収縮補正形状データを求める（図3、ブロック23）。つぎに、補正形状回帰曲線算出手段13にては、収縮補正形状データ演算手段12にて求められた収縮補正形状データに基づいて、金型補正形状の回帰曲線式の各定数（曲率半径、円錐定数、非球面定数）を算出し、非球面レンズ1の射出成形に伴う収縮に起因するレンズ面1aの形状誤差を補正・吸収することのできる金型2の成形面2aの形状を示す形状回帰曲線Z3を求める（図3、ブロック24）。さらに、NCデータ作成部6にては、補正形状回帰曲線算出手段13にて求められた形状回帰曲線Z3に基づいて、CAD部14にて金型設計図面を作成するとともに、このCAD部14にて作成された金型設計図面データに基づいてCAM部15にてNCテープが作成され、NC加工により金型を作成する（図3、ブロック25）。

【0012】以上のように、この実施例の金型形状設計装置は、実測データに基づいて非球面レンズ1のレンズ面1aと金型2の成形面2aの形状回帰曲線Z1、Z2を求め、これらから求められたレンズ面1aの樹脂収縮量に基づいて非球面レンズ1の射出成形に伴う樹脂収縮に起因するレンズ面1aの形状誤差を補正・吸収することのできる金型2の成形面2aの形状を示す形状回帰曲線Z3を求め、この形状回帰曲線Z3からNCデータを作成するようにしたもので、金型2により射出成形された非球面レンズ1の主として樹脂収縮に基因する形状誤差を著しく低減することができる。ちなみに、図7は、この実施例の金型形状設計装置にて樹脂収縮分を補正した金型2の成形面2a<図2想像線参照>の収縮補正形状(直線L4)に対する測定形状の形状誤差(曲線C4)を示している。このときの形状偏差(ピーク・ツーク・ピーク値)は、 $0.18\mu\text{m}$ であった。一方、図8は、樹脂収縮分を補正した金型2を用いて成形したレンズの設計形状(直線L5)に対する測定形状の形状誤差(曲線C5)を示している。このときの形状偏差(ピーク・ツーク・ピーク値)は、 $0.28\mu\text{m}$ であった。したがって、非球面レンズ1と金型2との形状誤差は、 $0.1\mu\text{m}$ であり、非球面レンズ1の射出成形時の樹脂収縮分は、金型2の形状補正により吸収され、所望の射出成形精度を達成することができた。

【0013】なお、上記実施例の金型形状設計装置は、射出成形時の樹脂収縮分を吸収することを目的とした金型形状の補正に用いられているが、この実施例の金型形状設計装置を、非球面レンズの射出成形条件の自動設計を行う成形支援エキスパートシステムに接続して用いてもよい。また、上記実施例の金型形状設計装置は、非球面レンズの射出成形を例示しているが、プラスチックの金型成形である限り、成形品及び成形方法には制約されない。

【0014】

【発明の効果】本発明の金型形状設計装置は、実測データに基づいて、プラスチック成形品とその成形金型の成形面の形状回帰曲線を求め、これらからプラスチック成形品の射出成形に伴って発生する樹脂収縮量を求め、この樹脂収縮量に基づいてプラスチック成形品の樹脂収縮による形状誤差を補正・吸収することのできる金型の成形面の形状を示す形状回帰曲線を演算し、さらに、この形状回帰曲線からNCデータを作成するようにしたもので、金型により射出成形されたプラスチック成形品の樹脂収縮に基因する形状誤差を著しく低減することができ、所望の射出成形精度を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の金型形状設計装置の構成図である。

【図2】金型形状設計装置の設計対象を示す図である。

【図3】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すグラフである。

【図5】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すグラフである。

【図6】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すグラフである。

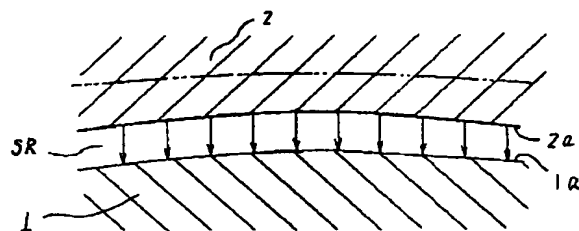
【図7】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すグラフである。

【図8】本発明の一実施例の金型形状設計装置の作用を示すグラフである。

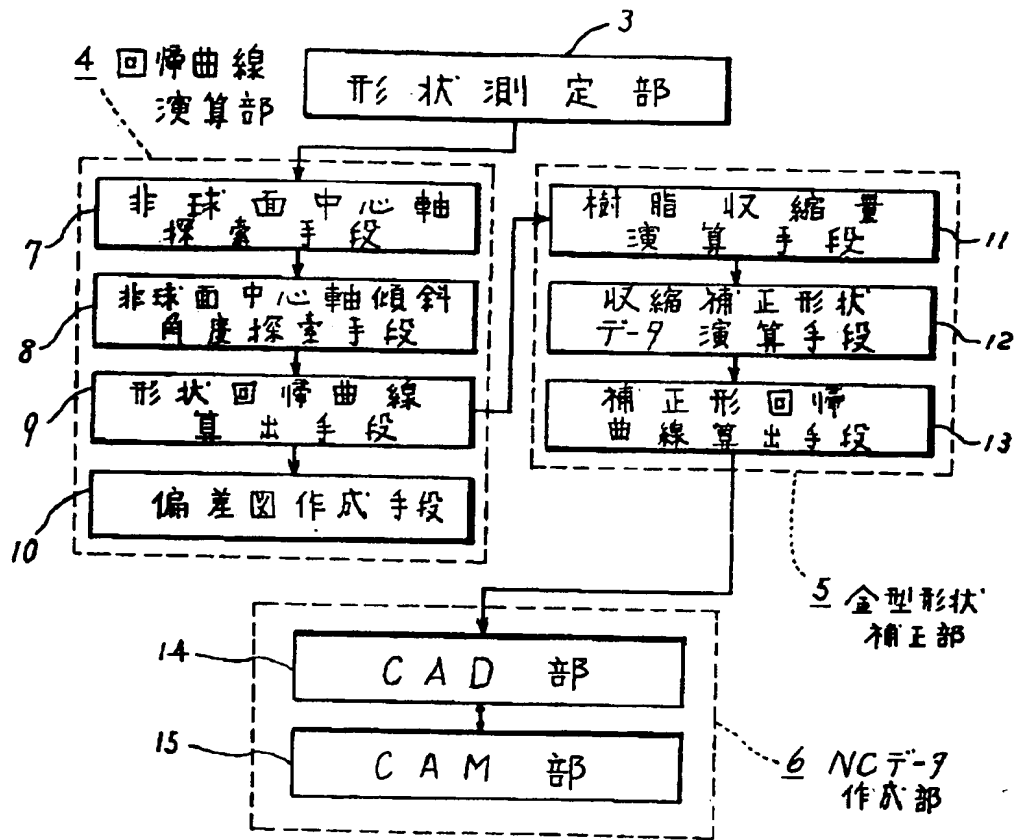
【符号の説明】

1：非球面レンズ、2：金型、3：形状測定部、4：回帰曲線演算部、5：金型形状補正部、6：NCデータ作成部。

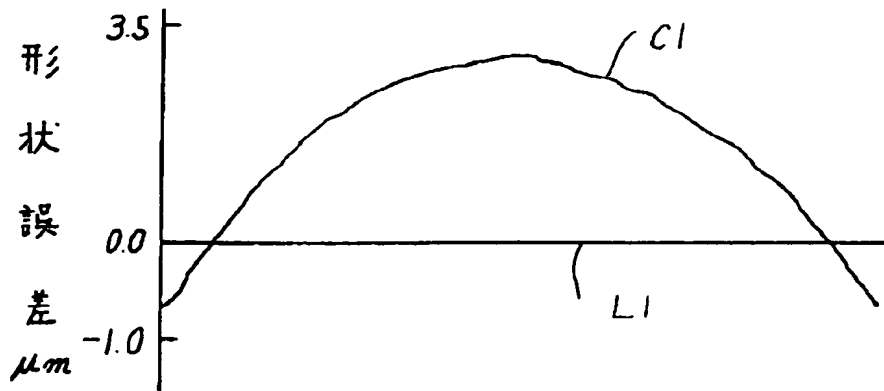
【図2】



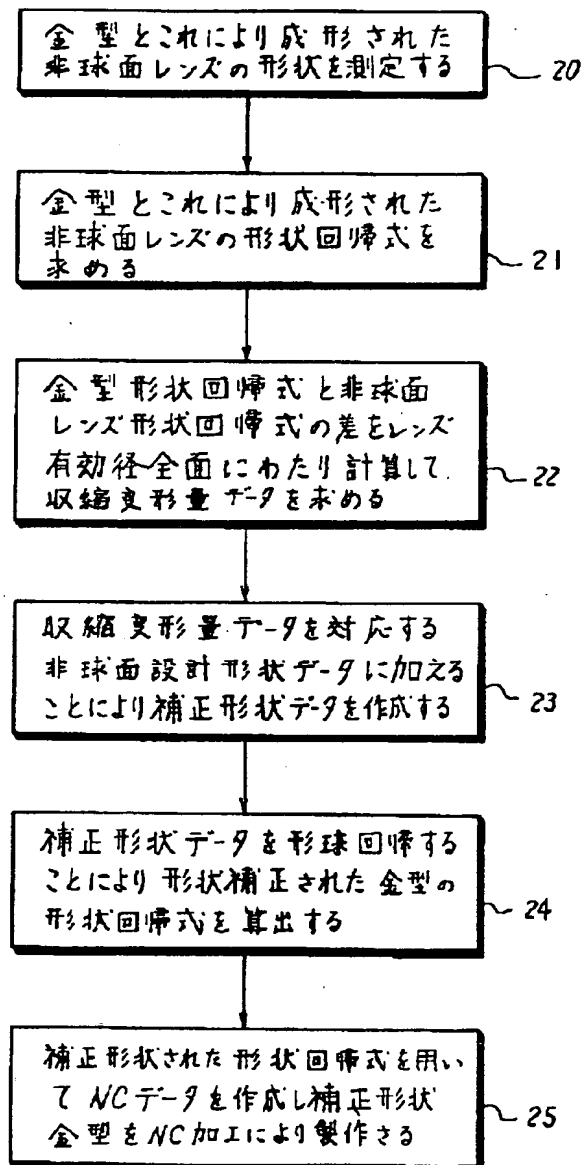
【図1】



【図4】

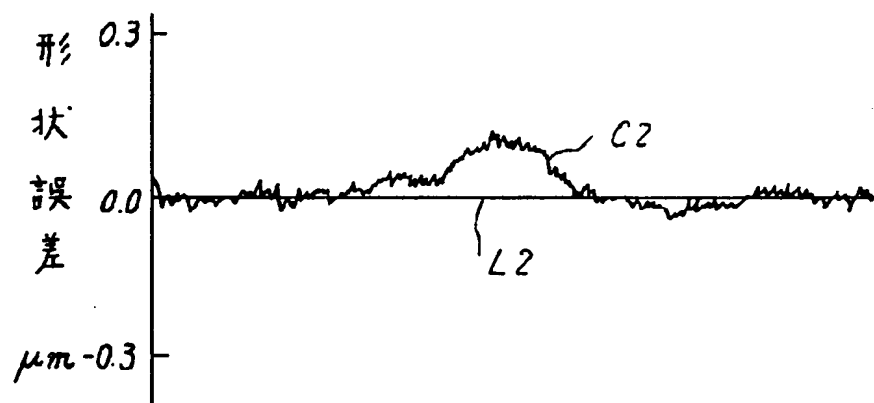


【図3】

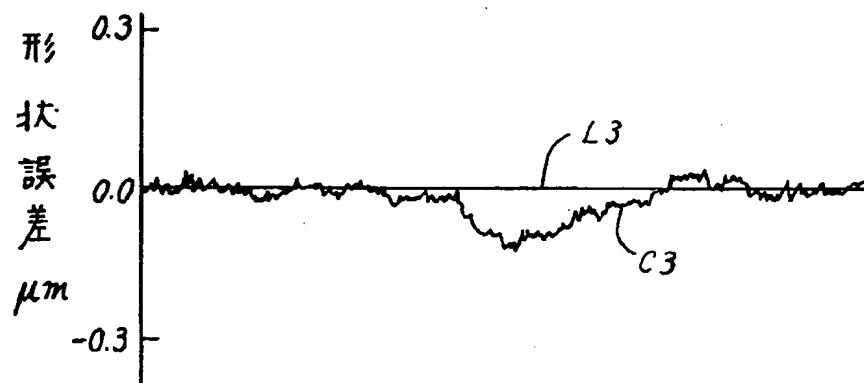




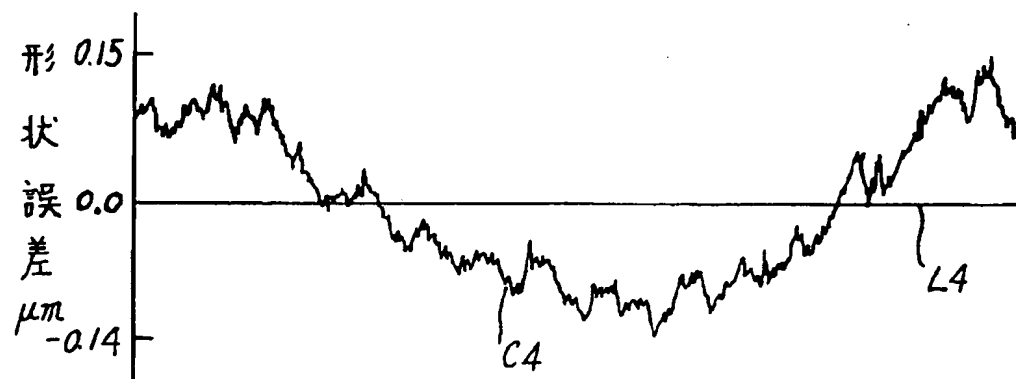
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

